

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>  
F24F 7/007



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00800705.5

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1125280C

[22] 申请日 2000.3.3 [21] 申请号 00800705.5

[30] 优先权

[32] 1999. 3. 8 [33] JP [31] 60275/1999

[86] 国际申请 PCT/JP00/01257 2000.3.3

[87] 国际公布 WO00/53980 日 2000.9.14

[85] 进入国家阶段日期 2000.12.27

[71] 专利权人 川野通彦

地址 日本福冈县

[72] 发明人 川野通彦

审查员 吕利强

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

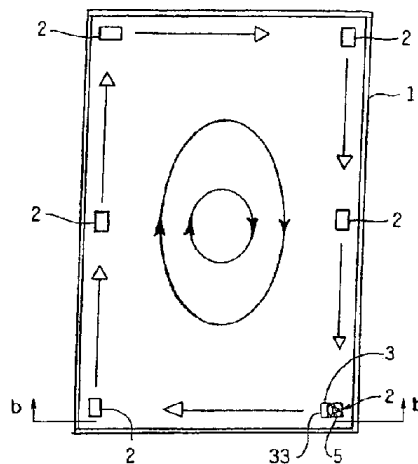
代理人 张天安 温大鹏

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 11 页

[54] 发明名称 涡流通风方法

[57] 摘要

通过使排气速度均匀、在垂直方向上具有竖长的长方形截面的室内空气喷射流沿室的侧壁水平喷出，在整个室内产生水平涡流，从而在整个室内诱发水平循环流和垂直循环流。



ISSN 1008-4274

1. 一种通过涡流使室内通风的方法，通过使排气速度均匀、在垂直方向上具有竖长的长方形截面的室内空气喷射流沿室的侧壁水平喷出，在整个室内产生水平涡流，从而在整个室内诱发水平循环流和垂直循环流，其中室内空气喷射流经由设有导向叶片的排气肘形弯管喷出，设置了由弯曲板和连接在该弯曲板上的平板构成的一个或多个导向叶片，以便根据下面的公式将其限定成相互为相似形的多个部分流路，所述公式为：

10 
$$p_0 = h / \{ [f / (f-r)]^n - 1 \} \dots \textcircled{1}$$

$$a_n = p_0 r [f / (f-r)]^n \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

$$b_n = a_n / f \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

在上式中，

- $p_0$ : 流出口伸出长度;
- 15  $h$ : 流入口宽度;
- $f$ : 肘形弯管放大率 ( $f = w/h$ );
- $w$ : 流出口宽度;
- $m$ : 部分流路的数目 ( $m \geq 2$ );
- $a_n$ : 第  $n$  个部分流路的出口宽度 (其中,  $a_0$  表示肘形弯管内壁的曲率半径,  $a_n$  表示肘形弯管外壁的曲率半径);
- 20  $r$ : 部分流路的纵横比;
- $b_n$ : 第  $n$  个部分流路的入口宽度。

2. 一种通过涡流使室内通风的方法，其特征在于，通过使排气速度均匀、在垂直方向上具有竖长的长方形截面的室内空气喷射流沿室的侧壁水平喷出，在整个室内产生水平涡流，从而在整个室内诱发水平循环流和垂直循环流，并且使室内空气与外部空气进行换气，其中室内空气喷射流经由设有导向叶片的排气肘形弯管喷出，设置了由弯曲板和连接在该弯曲板上的平板构成的一个或多个导向叶片，以便根据下面的公式将其限定成相互为相似形的多个部分流路，所述公式为：

30 
$$p_0 = h / \{ [f / (f-r)]^n - 1 \} \dots \textcircled{1}$$

$$a_n = p_0 r [f / (f-r)]^n \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

$$b_n = a_n / f \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

在上式中,

- 5  $p_0$ : 流出口伸出长度;  
 $h$ : 流入口宽度;  
 $f$ : 肘形弯管放大率 ( $f = w/h$ );  
 $w$ : 流出口宽度;  
 $m$ : 部分流路的数目 ( $m \geq 2$ );  
 $a_n$ : 第  $n$  个部分流路的出口宽度 (其中,  $a_0$  表示肘形弯管  
10 内壁的曲率半径,  $a_m$  表示肘形弯管外壁的曲率半径);  
 $r$ : 部分流路的纵横比;  
 $b_n$ : 第  $n$  个部分流路的入口宽度。

## 涡流通风方法

## 技术领域

5 本发明涉及空气调节。

## 背景技术

一般居室、工厂、园艺房、发酵室、干燥室、冷藏库等中的空气调节的目的在于将温度、湿度、气流及净化度四个主要因素调整到符合所需的状态且使之在室内均匀分布。符合上述要求的调整由于冷、  
10 暖设备，除湿·加湿装置，净化装置等空气调质装置的发展已大致实现。由于室内条件的均匀化技术和换气技术尚不够发达，上述四个主要因素的均匀分布尚未充分实现。从而，对于在工厂、园艺室、冷藏库等的空气调节中，残留着许多尚未解决的问题。

## 发明的公开

15 本发明的目的在于提供使室内空气的温度，湿度，气流和净化度的分布均匀、实现与外部换气的通风方法。

为达到上述目的，在本发明中，提供一种涡流通风方法，其特征为，通过令排气速度分布均匀的垂直方向为竖长的长方形截面的室内空气喷射流沿着室的侧壁水平地排出，在整个室内产生水平涡流，从而在整个室内诱发水平循环流和垂直循环流。  
20

本发明的涡流通风方法基于1968年发表的Greenspan, H. P. 对台风的流动分析的“平面上的涡流”理论(Greenspan, H. P.: The Theory of Rotating Fluids, Cambridge Univ. Press, 1968)。

25 现根据图1说明“平面上的涡流”理论。在台风的水平涡流内，由于伴随着涡流的流动产生的负压，形成指向中心的压力场。由涡流流动产生的离心力与由前述压力场产生的指向中心的半径方向的力相互平衡。在地表面附近，由于空气的粘滞性，沿圆周方向的空气流速减小，离心力变小，从而诱发由压力场指向中心的沿半径方向的空气流。该空气流在涡流的中心附近改变方向，形成沿垂直方向上升的  
30 二次流。

根据本发明的涡流通风方法，利用整个室内空气的水平涡流和由该水平涡流诱发的垂直方向的二次流，有效地使室内空气的温度，湿

度, 气流和净化度的分布均匀化。

在根据本发明的涡流通风方法中, 令排气速度均匀的在垂直方向上为竖长的长方形截面的室内空气喷射流沿室的侧壁排出。排气速度均匀的低速的室内空气喷射流由于因周围空气的卷入造成的能量损失少, 所以保持其竖长的长方形截面不变, 沿室的侧壁水平流动, 在室内循环。沿着室侧壁流动的室内空气喷射流的水平涡流因摩擦力传递到室内中央部的空气和上下的空气, 诱发整个室内空气的水平涡流。在地面附近, 借助离心力与因压力场造成的指向室中央的力之间的不平衡, 诱发指向室中央的沿半径方向的空气流。该空气流在室中央形成垂直上升的二次流。垂直上升的二次流到达天花板中央之后, 呈放射状流向后侧壁, 到达侧壁上端部后下降。这样, 在整个室内诱发水平循环流和垂直循环流。借助水平循环流和垂直循环流搅拌室内空气, 使室内空气的温度, 湿度, 气流, 净化度均匀化。

此外, 在本发明中, 提供了一种涡流通风方法, 其特征为, 通过令排气速度均匀的在垂直方向上为竖长的长方形截面的室内空气喷射流沿室的侧壁排出, 使整个室内产生水平涡流, 从而在整个室内诱发光水平循环流和垂直循环流及与外部的换气。

在打开形成于室侧壁和天花板上的换气用窗时, 与室内的水平循环流同行的外部空气通过形成于室侧壁上的换气用窗流入室内, 一面在室内水平循环一面逐渐地与室内的垂直循环流汇流, 通过形成于天花板壁上的换气用窗流出室外。这样, 诱发起与外部的换气。通过水平循环流、垂直循环流和与外部的换气搅拌室内空气, 使室内空气的温度, 湿度, 气流, 净化度均匀化。

在本发明的优选实施例中, 室内空气喷射流经由弯曲板及连接于其上的平板构成的一个以上的导向叶片, 根据下面的公式划分成相互为相似形的多个部分流路的内装导向叶片的排气肘形弯管排出。

$$p_o = h / \{ [f / (f-r)]^n - 1 \} \dots \textcircled{1}$$

$$a_n = p_o \cdot r [f / (f-r)]^n \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

$$b_n = a_n / f \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

在上式中,

$p_o$ : 流出口伸出长度

$h$ : 流入口宽度

f: 肘形弯管放大率 ( $f = w/h$ )

w: 流出口宽度

m: 部分流路数目 ( $m \geq 2$ )

5  $a_n$ : 第 n 个部分流路的出口宽度 (其中,  $a_o$  表示肘形弯管内壁的曲率半径,  $a_e$  表示肘形弯管外壁的曲率半径)

r: 部分流路的纵横比

$b_n$ : 第 n 个部分流路的入口宽度

上述内装导向叶片的排气肘形弯管为本申请人具有的日本专利第 2706222 号, 美国专利第 5531484 号, 中国专利第 95102932.0, 10 韩国专利第 174734 号的内装导向叶片的排气肘形弯管。通过在吹风机上安装上述内装导向叶片的排气肘形弯管, 可以排出排气速度分布均匀的室内空气喷射流。

对于仅由直径 400mm 的压力换气扇构成的排气装置 a, 在该排气装置 a 上设置整流格栅的排气装置 b 以及在该排气装置 b 上加设肘形弯管放大率为 3.5 的日本专利第 2706222 号、美国专利第 5531484 15 号, 中国专利第 95102932.0, 韩国专利第 174734 号所述的内装导向叶片的排气肘形弯管的排气装置 c 共三种排气装置, 测量了在静止的大气中, 空气的喷射流所到达的距离与流速之间的关系。测量结果示于图 2。

20 由排气装置 a、b 吹出的空气喷射流的初速度为 11m/秒, 由增设肘形弯管放大率为 3.5 的内装导向叶片的排气肘形弯管的排气装置 c 吹出的空气喷射流的初速度为  $11m/3.5 \approx 3.1m/秒$ 。

如由图 2 可以看出的, 由排气装置 a、b 吹出的喷射空气流为高速气流, 由于周围空气的卷入造成的能量损失大, 喷射流速度减速率大。特别是, 从排气装置 a 吹出的空气喷射流具有涡流成分, 容易把周围的空气卷入, 从而减速率大。由排气装置 c 吹出的空气喷射流速度低并被整流, 所以因卷入周围空气造成的能量损失少, 减速率小。 25

考虑到园艺房内的平均气流速度为 0.25m/秒, 测量了空气喷射流减速到 0.25m/秒时所能达到的距离。如从图 2 可以看出的, 由排气装置 a、b、c 吹出的空气喷射流所能到达的距离都是 25m。排气装置 c 30 的排气面积为排气装置 a、b 的排气面积的 3.5 倍, 当在所到达的距离位置处与流速为 0.25m/秒的有效面积进行比较时, 从卷入周围空气

少的排气装置c吹出的空气喷射流的有效面积与卷入周围空气多的排气装置a、b吹出的空气喷射流的有效面积之比,则远远超过3.5比1。

由于在室内诱发水平循环流的驱动力与其所到达的距离位置处的有效面积成正比,从而可以认为,排气装置c是实施涡流通风方法的有效手段。如实施例所示,通过进行实际实验确认了排气装置c的有效性。

#### 附图的简要说明

图1为“平面上的涡流”理论的说明图。

图2为在静止的大气中,空气喷射流到达的距离与流速的关系图。

图3(a)是采用根据本发明的第一个实施例的涡流通风方法的园艺室的平面图,图3(b)、图3(c)为图3(a)的b-b向视图。

图4(a)为根据本发明的第一个实施例的涡流通风方法中所使用的吹风机的侧剖视图,图4(b)为图4(a)的b-b向视图。

图5为具备本发明的第一个实施例的涡流通风方法中使用的鼓风机的内装导向叶片的排气肘形弯管的侧剖视图。

图6(a)、图6(b)、图6(c)为在第一个实施例中,在改变鼓风机的设置台数的情况下,园艺室的平面剖视图。

图7(a)为采用根据本发明的第二个实施例的涡流通风方法的草莓栽培室的透视图,图7(b)为采用本发明的第二个实施例的草莓栽培室的横剖视图。

图8为表示采用本发明的第二个实施例的涡流通风方法的草莓栽培室内相对湿度和温度随时间变化的图示。

图9(a)为采用本发明的第三个实施例的涡流通风方法的冷藏库的平面剖视图,图9(b)为图9(a)的b-b向视图。

图10(a)为本发明的第三个实施例的的涡流通风方法中所使用的鼓风机的流出口的正视图,图10(b)为图10(a)的b-b向视图。

图11(a)为在本发明的第三个实施例的涡流通风方法中使用的T字形内装导向叶片的排气肘形弯管的外观的透视图,图11(b)为去掉侧壁一部分的透视图。

#### 实施发明的最佳方式

下面说明本发明的第一个实施例。

如图 3(a)、图 3(b) 所示, 在大致为长方体的园艺室 1 内的四角侧壁下部附近及长度方向中央部的侧壁下部附近共计设置六台鼓风机 2。六台鼓风机 2 的喷射流指向同一个旋转方向。如图 3(a)、图 3(b)、图 4(a)、图 4(b) 所示, 鼓风机 2 由具有在垂直方向为竖长的长方形截面的流出口 33 的内装导向叶片的排气肘形弯管 3、连接到内装导向叶片的排气肘形弯管 3 的流入口上的整流栅格 4、以及连接到整流栅格 4 上的压力换气扇 5 构成。内装导向叶片的排气肘形弯管 3 为本申请人具有的日本专利第 2706222 号, 美国专利第 5531484 号, 中国专利等 95102932.0, 韩国专利第 174734 号的肘形弯管, 该肘形弯管具有由弯曲板及连接于其上的平板构成的一个以上的导向叶片, 根据以下公式划分成相互为相似形的多个部分流路的形状。

$$p_o = h / \{ [f / (f - r)]^n - 1 \} \dots \textcircled{1}$$

$$a_n = p_o \cdot r [f / (f - r)]^n \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

$$b_n = a_n / f \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

在上式中,

$p_o$ : 流出口伸出长度

$h$ : 流入口宽度

$f$ : 肘形弯管放大率 ( $f = w/h$ )

20  $w$ : 流出口宽度

$m$ : 部分流路数目 ( $m \geq 2$ )

$a_n$ : 第  $n$  个部分流路的出口宽度 (其中,  $a_0$  表示肘形弯管内壁的曲率半径,  $a_m$  表示肘形弯管外壁的曲率半径)

$r$ : 部分流路的纵横比

25  $b$ : 第  $n$  个部分流路的入口宽度

下面参照图 5 说明公式①~③的推导。

在图 5 中, 参考标号 31 表示基本肘形弯管  $B_1E_2B_5E_1$ 。32 表示肘形弯管的流入口。33 表示肘形弯管的流出口。34 表示肘形弯管的内壁。35、36、37 分别表示第一导向叶片、第二导向叶片、第三导向叶片。38 表示肘形弯管的外壁。参考符号  $w$  表示肘形弯管流出口的宽度。 $h$  表示肘形弯管流入口的宽度。

由于在肘形弯管内构成的部分流路相互为相似形, 所以肘形弯管



的放大率  $f$  可用下式表示。

$$\begin{aligned} f &= w/h \\ &= (a_1 + a_2 + a_3 + \dots) / (b_1 + b_2 + b_3 + \dots) \\ &= a_1/b_1 = a_2/b_2 = a_3/b_3 = \dots \\ &= a_n/b_n \end{aligned}$$

5

部分流路的矩形长度  $p_n$  可由下式表示。

$$\begin{aligned} p_1 &= p_0 + b_1, \quad p_2 = p_0 + b_1 + b_2 \\ p_3 &= p_0 + b_1 + b_2 + b_3 \\ &\dots \end{aligned}$$

10

$$p_n = p_0 + b_1 + b_2 + b_3 + \dots + b_n$$

部分流路的长短比  $r$  可由下式表示。

$$r = a_0/p_0 = a_1/p_1 = a_2/p_2 = a_3/p_3 \dots = a_n/p_n$$

由上式，根据所给出的肘形弯管流入口宽度  $h$ ，肘形弯管流出口宽度  $w$ ，部分流路数  $m$  及部分流路长短比  $r$ ，推导出求出肘形弯管流出口伸出长度  $p_0$ ，第  $n$  个部分流路出口宽度  $a_n$  及第  $n$  个部分流路入口宽度  $b_n$  的公式①~③。

15

导向叶片 35~37，肘形弯管内壁 34 及肘形弯管外壁 38 的形状可根据公式①~③由以下的步骤决定。

根据由公式①~③所求得的肘形弯管流出口的伸出长度  $p_0$ 、第  $n$  个部分流路出口宽度  $a_n$  及第  $n$  个部分流路入口的宽度  $b_n$ ，如图 5 所示，画出矩形  $A_0A_1B_1C_0$ ， $A_1A_2B_2C_1$ ， $A_2A_3B_3C_2$ ， $A_3A_4B_4C_3$ ，以及  $A_4A_5B_5C_4$ 。然后，以半径  $R_0$ ， $R_1$ ， $R_2$ ， $R_3$  及  $R_4$  在上述矩形内画出内切圆弧。其中， $R_0 = a_0$ ， $R_1 = a_1$ ， $R_2 = a_2$ ， $R_3 = a_3$ ， $R_4 = a_4$ 。

20

将线段  $B_2C_1$  延长等于线段  $B_1C_0$  的长度画出线段  $C_1D_0$ 。将线段  $B_3C_2$  延长等于线段  $B_2C_1$  的长度画出线段  $C_2D_1$ 。将线段  $B_4C_3$  延长等于线段  $B_3C_2$  的长度画出线段  $C_3D_2$ 。将线段  $B_1C_0$  适当延长画出线段  $C_0F_1$ 。将线段  $B_5E_1$  延长等于线段  $B_1F_1$  的长度画出线段  $E_1F_2$ 。

25

按照上述步骤，确定第一导向叶片 35 ( $D_0C_1A_2$ )，第二导向叶片 36 ( $D_1C_2A_3$ )，第三导向叶片 37 ( $D_2C_3A_4$ )，内壁 34 ( $F_1C_0A_1$ ) 和外壁 38 ( $F_2C_4A_5$ )，获得由第一导向叶片 35 ( $D_0C_1A_2$ )，第二导向叶片 36 ( $D_1C_2A_3$ )，第三导向叶片 37 ( $D_2C_3A_4$ ) 划分成相似形状的部分流路  $C_0A_1A_2D_0$ ， $C_1A_2A_3D_1$ ， $C_2A_3A_4D_2$ ， $C_3A_4A_5D_3$  的内装导向叶片的吸入肘形弯管。

30

当放大率  $f > 1$  时, 获得放大肘形弯管, 放大率  $f = 1$  时获得等尺寸肘形弯管, 放大率  $f < 1$  时, 获得缩小肘形弯管。作为排气弯管, 大多使用放大肘形弯管和等尺寸肘形弯管。

在肘形弯管的弯曲部分的流体的流动为自由涡流, 遵从  $RV = \text{常数}$  (R: 流动半径, V: 流速) 定则。当把肘形弯管划分成多个部分流路时, 根据自由涡流定则, 肘形弯管内壁侧的部分流路的流速有大于肘形弯管外壁侧的部分流路的流速的倾向。根据日本专利第 2706222 号, 美国专利第 5531484 号, 中国专利第 95102932.0, 韩国专利第 174734 号的内装导向叶片的排气肘形弯管划分成多个相互相似形状的部分流路, 部分流路的尺寸从肘形弯管外壁侧的部分流路向内壁侧的部分流路减少, 所以部分流路的流动阻力从肘形弯管外壁侧的部分流路向肘形弯管内壁侧的部分流路增加。从而, 在根据日本专利第 2706222 号, 美国专利第 5531484 号, 中国专利第 95102932.0, 韩国专利第 174734 号的内装导向叶片的排气肘形弯管中, 通过增大内壁侧部分流路的流动阻力来抑制自由涡流造成的内壁侧部分流路的流速增加, 使得在横贯肘形弯管流出口的整体宽度上的排气速度分布均匀化。

如图 3(a)、图 3(b) 所示, 内装导向叶片的排气肘形弯管 3, 将竖长的长方形截面的流出口 33 指向园艺室 1 的侧壁的水平延长方向配置。内装导向叶片的排气肘形弯管 3 可以排出排气速度分布均匀的低速空气喷射流。

在根据本实施例的涡流通风方法中, 使鼓风机 2 的压力换气扇 5 动作, 如图 3(a)、图 4(a) 中的空心箭头所示, 从内装导向叶片的排气肘形弯管 3 的流出口 33, 沿园艺室 1 的侧壁水平地排出流速为 2~3m/秒的室内空气喷射流。从内装导向叶片的排气肘形弯管 3 排出的室内空气的喷射流因排气速度分布均匀、且速度低, 所以周围空气的卷入而造成的能量损失小。从而, 前述喷射流保持其竖长长方形的截面不变, 沿园艺室 1 的侧壁水平地流动, 在园艺室 1 内循环。沿园艺室 1 的侧壁流动的室内空气喷射流的水平涡流借助摩擦力传递到室内中央部的空气及上方的空气, 如图 3(a) 中的实心箭头所示, 引发整个室内空气的水平涡流。

在园艺室 1 的地面附近, 因由室内空气的水平涡流形成的离心力

与由压力场形成的指向室内中央的力的不均衡，诱发指向室内中央的沿半径方向的空气流。该空气流形成在室内中央垂直上升的二次流。垂直上升的二次流在到达室内天花板中央后以放射状的方式流向侧壁，在到达室内侧壁上端部后下降。从而，如图 3(a)、图 3(b) 5 中的实心箭头所示，在整个园艺室 1 内诱发水平循环流和垂直循环流。借助水平循环流和垂直循环流搅拌园艺室 1 内的空气，使园艺室 1 内空气的温度，湿度，气流，净化度均匀化。结果是，提高园艺室 1 内生产的作物的质量，增加其产量。通过使用流动阻力小的内装导向叶片的排气肘形弯管 3，作为鼓风机可使用低输出的压力换气扇，从而鼓风机 2 的耗电低。从而可减少园艺室 1 的功率消耗。 10

在园艺室 1 中，如图 3(c) 所示，当打开天窗 1a 和侧壁窗 1b 时，与园艺室 1 内的水平循环流同行的外部气体通过侧壁 1b 流入园艺室 1 内，一面在园艺室 1 内水平循环一面逐渐与垂直循环流汇流，通过天窗 1a 流出室外。从而，引起与外部的换气。借助水平循环流 15 和垂直循环流搅拌园艺室 1 内的空气，更通过与外部进行换气，使园艺室 1 内空气的温度，湿度，气流及净化度均匀化。

在本申请人用宽度×长度×脊高×侧壁高 = 3.6m×80m×6m×3m 的大型园艺室（在脊顶配置天窗，在侧壁顶部配置侧壁窗，室内四角的侧壁下部附近及长度方向的中央部侧壁下部附近共设置六台加有 20 内装导向叶片的排气肘形弯管的鼓风机）进行的实验中，通过在开有天窗和侧壁窗的园艺室采用本申请的涡流通风方法，与不采用本申请的涡流通风方法的情况相比，白天园艺室下部的平均温度约低 5℃。这一实验结果间接的表明，通过采用本发明的涡流通风方法，在园艺室内与外部进行了换气。

在上述实施例中，于园艺室 1 内设置了六台鼓风机 2，但按照园艺室 1 的尺寸，形状，如图 6(a)、图 6(b)、图 6(c) 所示，也可减少鼓风机 2 的设置台数或增加其设置台数。 25

下面说明本发明的第二个实施例。

在图 7(a)、图 7(b) 所示的草莓栽培室 6 内，按如下方式采用本发明的涡流通风方法。 30

栽培室尺寸：宽度×长度×脊高×侧壁高 = 15.9m×60m×3m×1.6m

天窗、侧壁窗：宽度 200mm 的连续狭缝

内装导向叶片的排气肘形弯管的排气装置的压力换气扇直径：  
400mm

内装导向叶片的排气肘形弯管的排气口尺寸：宽度 × 高度 =  
5 400mm × 1400mm

内装导向叶片的排气肘形弯管的排气装置的设置台数：六台

内装导向叶片的排气肘形弯管的排气装置的设置位置：室内四角  
侧壁的下部附近和长度方向中央部侧壁附近

排气速度：3m/秒

10 排气装置的耗电量：185W/台

总耗电量：185W × 6 = 1.1kW

按照上述方式采用根据本发明的涡流通风方法的结果，使得室 6  
内的循环流的状态极为均匀。室内的平均循环风速为 0.25m/秒。在面  
积为 1000m<sup>2</sup> 的玻璃室 6 内，为形成平均风速为 0.25m/秒的水平空气  
15 流，仅需要 1.1kW 的很小的电力，这是非常引人注目的。

在室 6 内，夜间关闭天窗 6a 和侧壁窗 6b，从上午 7 点钟起至午  
后 5 点钟止，打开天窗 6a 和侧壁窗 6b。在从室内栽培草莓的收获期  
的 11 月至翌年 4 月分期间，在天窗 6a 和侧壁窗 6b 打开前的上午 7  
点钟时的室 6 内结露，天窗 6a 和侧壁窗 6b 打开后，由于太阳光使室  
20 内温度上升以及自然换气，在上午 10 点钟时室 6 内的结露蒸发消失。  
在室 6 内，于上午 7 点钟打开天窗和侧壁窗 6b 的同时，通过采用如  
上所述形式的根据本发明的涡流通风方法，如图 8 所示，在安装有内  
装导向叶片的排气肘形弯管的排气装置的压力换气扇驱动开始后 15  
分钟，室 6 内的相对湿度开始急剧下降，在约 30 分钟后，相对湿度  
25 降低到约 85%，室内结露消失。采用本发明的涡流通风方法的结果，  
使得结露消失的时间比自然换气所需的时间缩短 2.5 小时，从而可间  
接地证明涡流通风方法具有换气功能。

通过采用涡流通风方法，在室 6 内，结露提前消失，促进授粉蜜  
蜂的活动，促进结果。由于换气使室内温度下降，抑制草莓的成熟，  
30 提高草莓的甜度。借助均匀的微风可促进光和作用，增加草莓的产  
量。提高使室内温度均匀化，使草莓的发育均匀化。

下面说明本发明的第三个实施例。

如图9(a)、图9(b)所示,在长方形的冷藏库7的最内部配置冷气排出口8。在冷藏库7的出入口9的附近设置鼓风机10。如图9(a)、图9(b)、图10(a)、图10(b)所示,鼓风机10由内装T字形导向叶片的排气肘形弯管11,连接在内装导向叶片的排气肘形弯管11的流入口上的整流栅格12,以及连接到整流栅格12上的压力换气扇13构成。T字形内装导向叶片的排气肘形弯管11为本申请人享有日本专利第2706222号,美国专利第5531484号,中国专利第59102932.0,韩国专利第174734号的肘形弯管,如图11(a)、图11(b)所示,由五个内装导向叶片的排气肘形弯管111、112、113、114、115串联和并联构成。构成T字向内装导向叶片的排气肘形弯管11的各个内装导向叶片的排气肘形弯管具有以和第一个实施例的内装导向叶片的排气肘形弯管3相同的公式决定的形状。T字形内装导向叶片的排气肘形弯管11适合于在冷藏库等顶棚高度受到严格限制的场所使用。

如图9(a)、图9(b)所示,内装导向叶片的排气肘形弯管11,使其在垂直方向具有竖长的长方形截面的流出口11a指向冷藏库7的侧壁的水平延伸方向的方式配置。内装导向叶片的排气肘形弯管11可以喷射出分布均匀的空气喷射流。

在冷藏库7中,于整个除霜周期内的20~30分钟的时间内停止冷气的排出,仓库内上部的空气温度上升。由于仓库内上部的空气温度上升,存在着使保存在仓库内上部的冷藏品变质的问题。根据本实施例的涡流通风方法,在冷藏库进行除霜周期时加以实施。

令鼓风机10的压力换气扇13动作,如图9(a)、图9(b)中的空心箭头,以及图10(b)中的空心箭头所示,由内装导向叶片的排气肘形弯管11的流出口11a沿冷藏库7的侧壁,水平喷射出流速为2~3m/秒的室内喷射空气流。由内装导向叶片的排气肘形弯管11喷射出的室内空气喷射流因排气速度分布均匀且速度低,所以周围空气的卷入造成的能量损失少。从而,前述喷射流保持其竖长的长方形截面不变,沿冷藏库7的侧壁水平地流动,在冷藏库7内循环。沿冷藏库侧壁流动的仓库内空气的喷射流的涡流,因摩擦力传递到仓库内中央的空气及上方的空气,如图9(a)的实心箭头所示,诱发仓库内整个空气的水平涡流。

在冷藏库7的地面附近，因由仓库内的水平涡流形成的离心力与压力场形成的指向仓库中央的力不平衡，诱发指向仓库中央的沿半径方向的空气流。该空气流在仓库中央形成垂直上升的二次流，垂直上升的二次流到达仓库顶棚中央后呈放射状流向侧壁，到达仓库侧壁上端部后下降。从而诱发在整个仓库内的水平循环流和垂直循环流。借助水平循环流和垂直循环流搅拌仓库内的空气，使冷藏库7内的空气温度均匀化。从而防止在除霜周期时，保存在冷藏库上部的冷藏品的变质。

通过使用流动阻力小的内装导向叶片的排气肘形弯管11，可使用低输出的压力换气扇作为鼓风机，大幅度降低耗电量。

对于冷藏库7中本发明的效果已通过实机试验得到确认。

### 1、冷藏库主要指标

宽度：4,300mm

深度：7,000mm

15 高度：2,400mm

容积：72.2m<sup>3</sup>

### 2、鼓风机主要指标

装备根据日本专利第2706222号的T字形内装导向叶片的排气肘形弯管

20 流速：1.6m/秒

吹出口宽度：350mm

高度：2,000mm

压力换气扇的直径：400mm

流量：4,000m<sup>3</sup>/小时

25 耗电量：180W/台

### 3、试验条件

在冷藏物品的状态下于除霜周期时进行试验。

如图9(a)所示，在冷藏库7内设置温度传感器支撑杆14，于支撑杆14上安装温度传感器，测定顶棚部的空气温度和地面的空气温度。

外部空气温度16℃。

除霜周期开始时冷藏库内的空气温度(-24℃，均匀)

除霜周期的时间 25 分钟。

#### 4、试验结果

除霜周期结束时冷藏库内空气温度

没有从鼓风机吹出空气的场合：顶棚部空气温度（+ 8℃）

5

地面空气温度（- 20℃）

有从鼓风机吹出空气的场合：（- 11℃，均匀）

10 如从上述试验结果可以看出的，在没有从鼓风机吹出空气的场合，在除霜周期结束时，顶棚和地面部产生较大温度差，而在有从鼓风机吹出空气的场合，仅用 180W 的低输出的鼓风机吹出空气，在除霜周期结束时，冷藏库内的空气温度成为均匀的。由上述试验可以确认，利用根据本发明的涡流通风方法，消耗很少的电力，就可高效地使冷藏库内的空气温度均匀化。

工业上应用的可能性

15 根据本发明的涡流通风方法，不仅限于园艺室，冷藏库，也可广泛地用于一般居室，工厂，空调间等的空气调节，可有效地提高居住性能，提高产品的产量，进行产品质量管理，节能等。

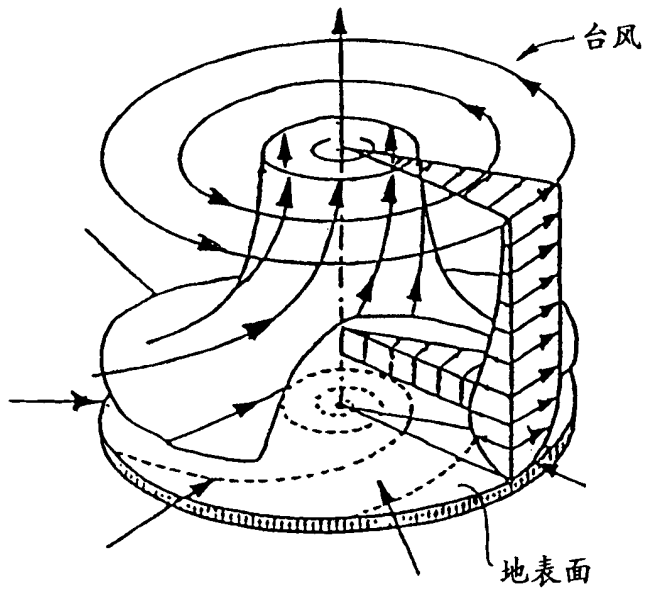


图 1



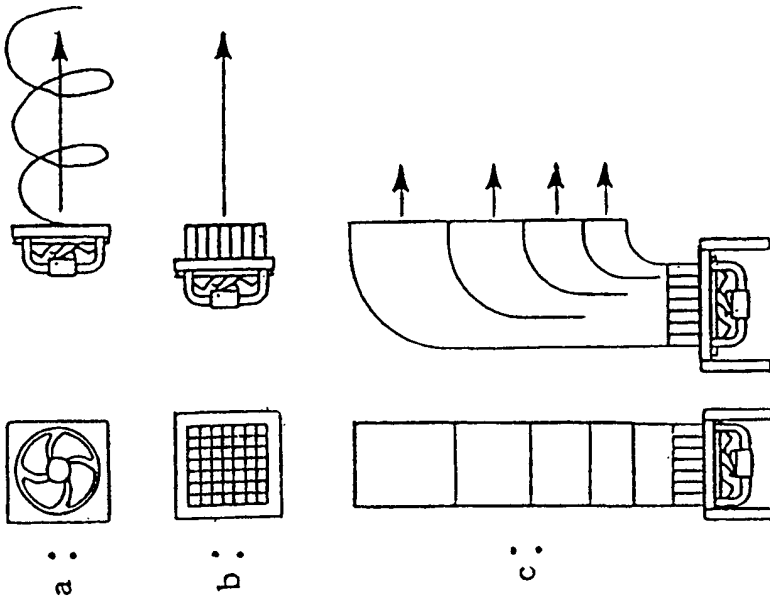
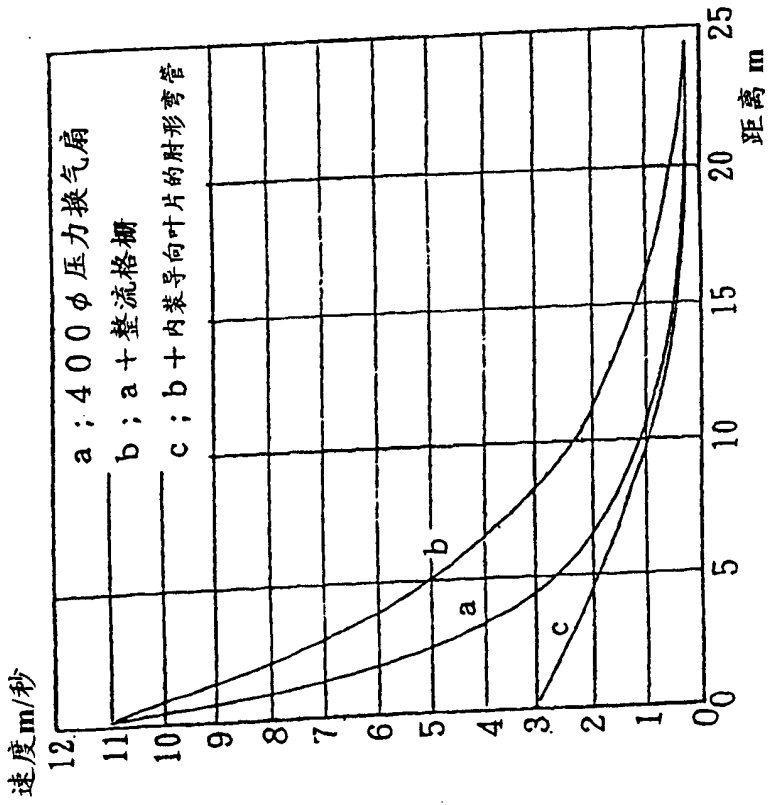


图 2

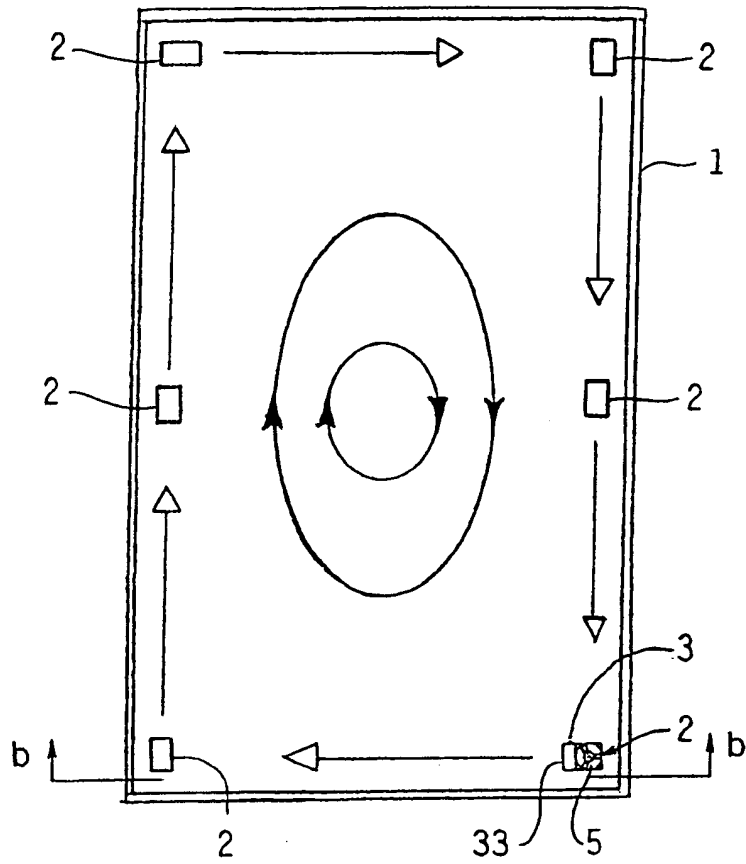


图 3a

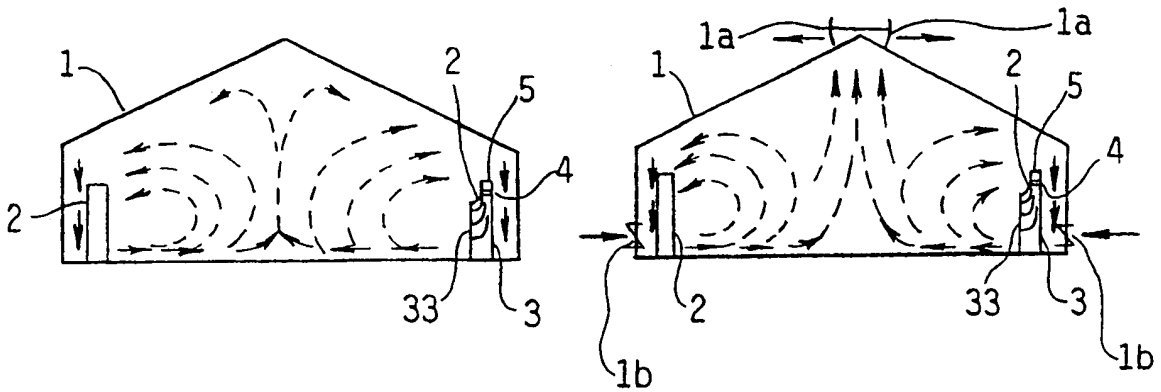


图 3b

图 3c

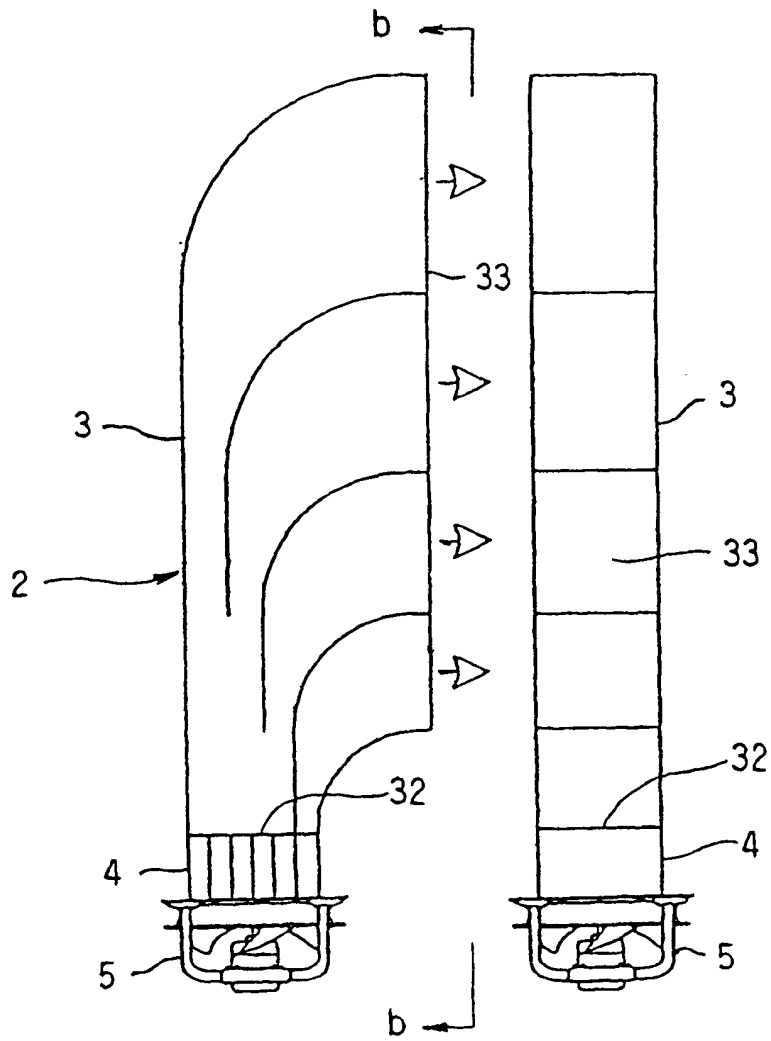


图 4a

图 4b

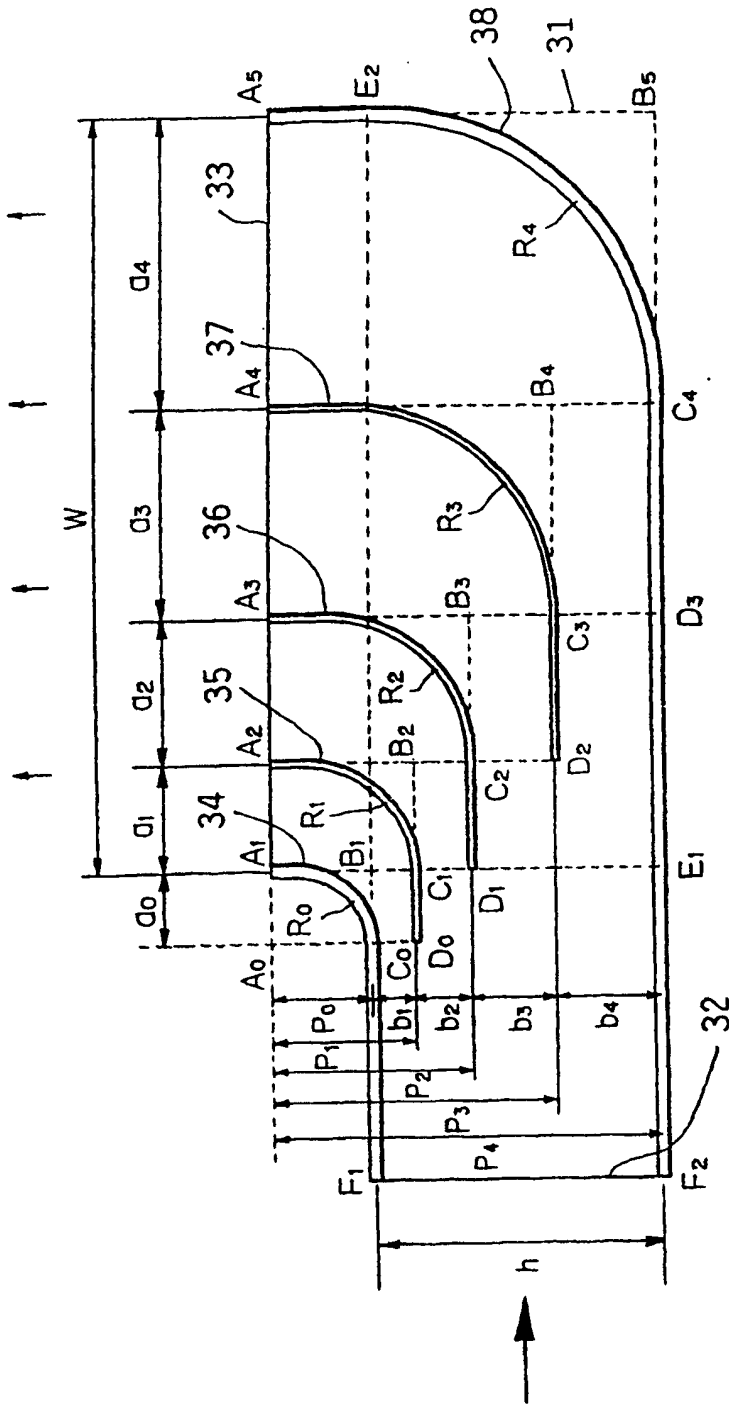


图 5

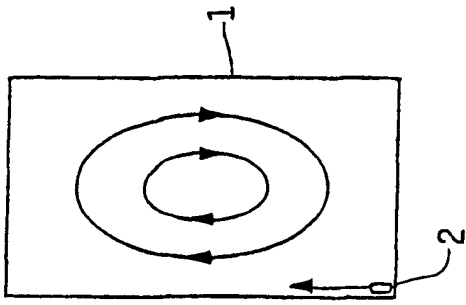


图 6c

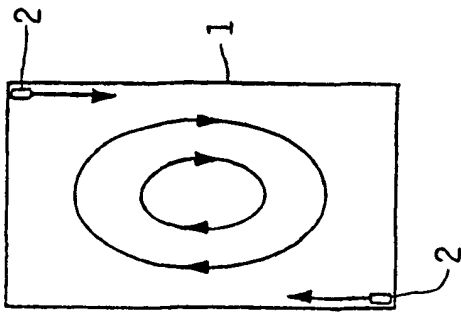


图 6b

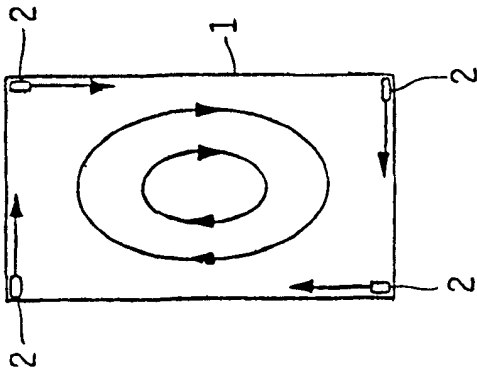


图 6a

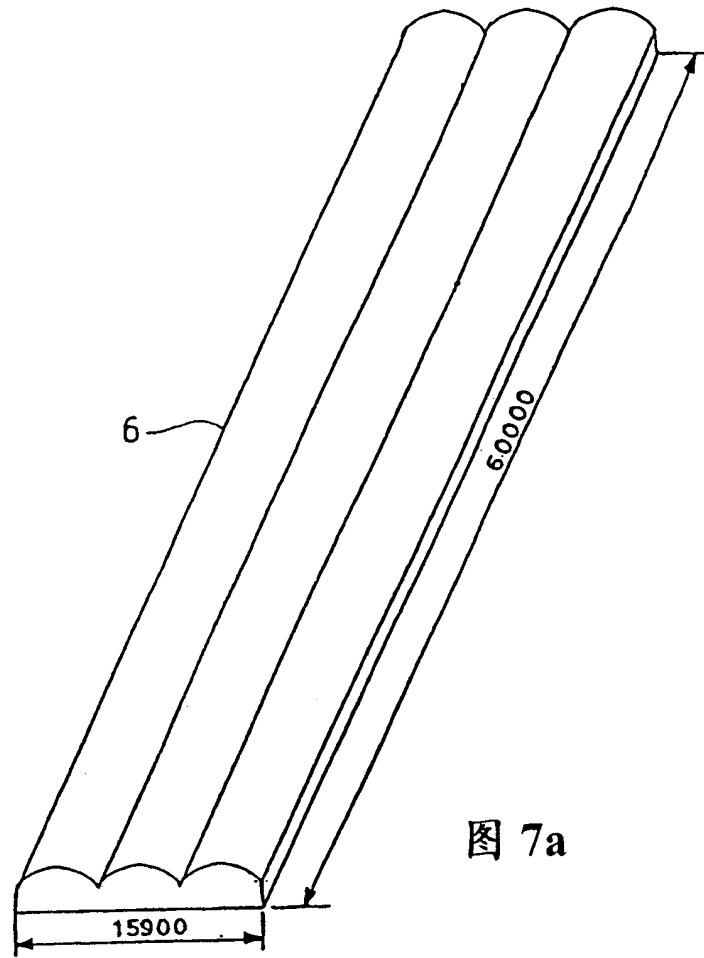


图 7a

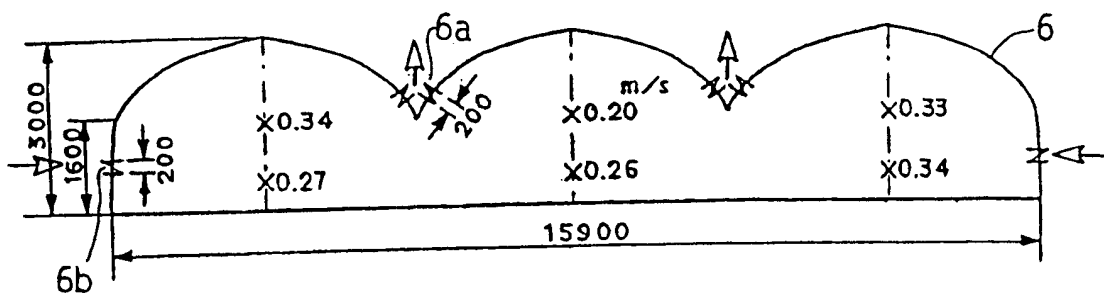


图 7b

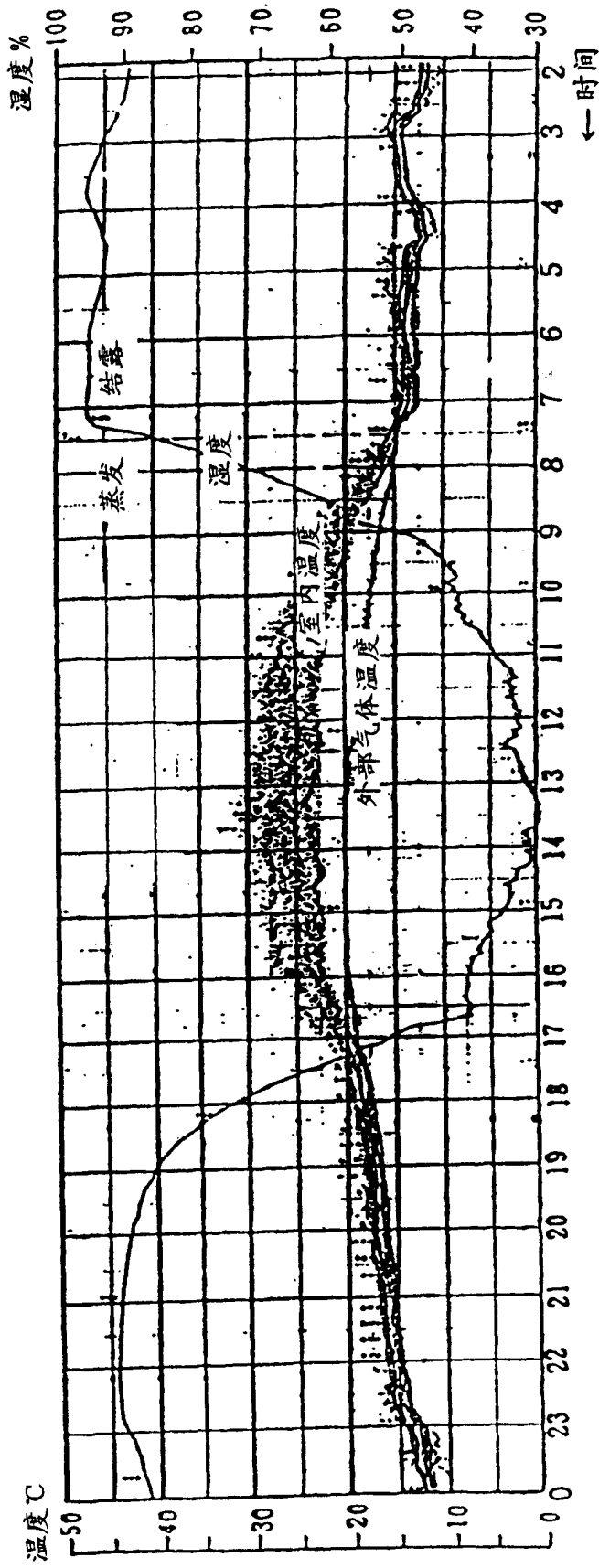


图 8

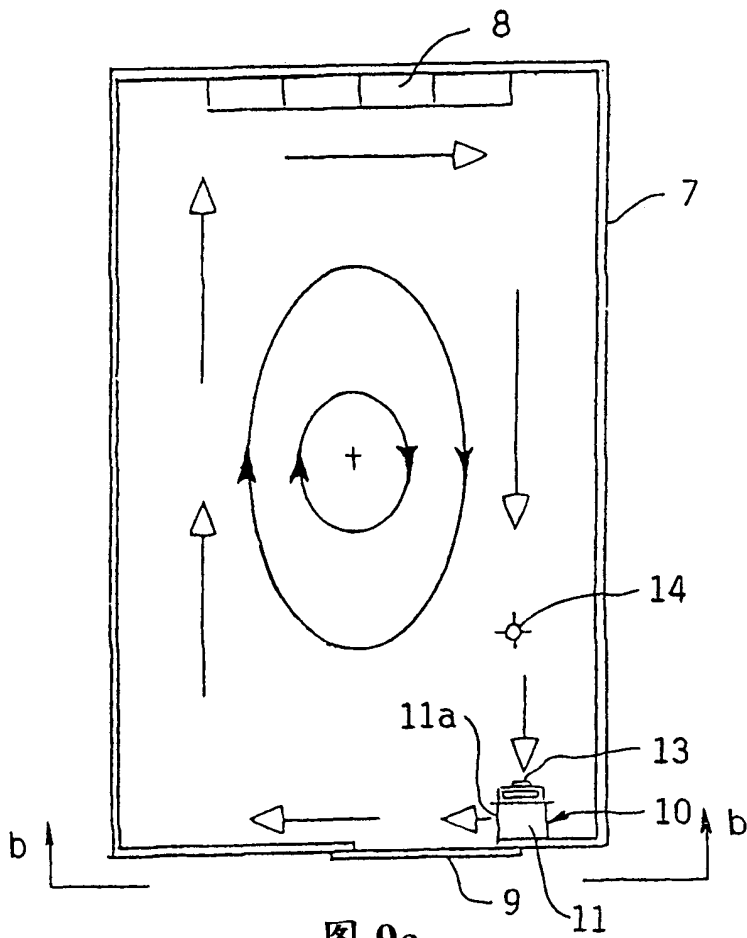


图 9a

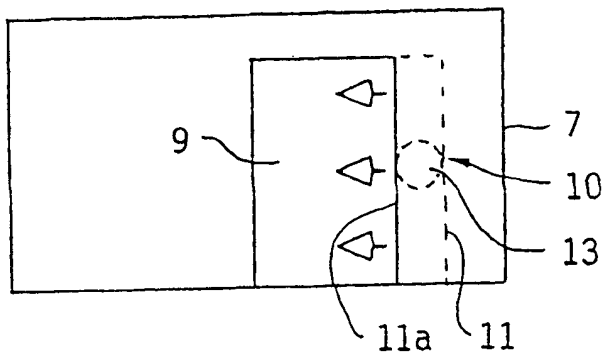


图 9b



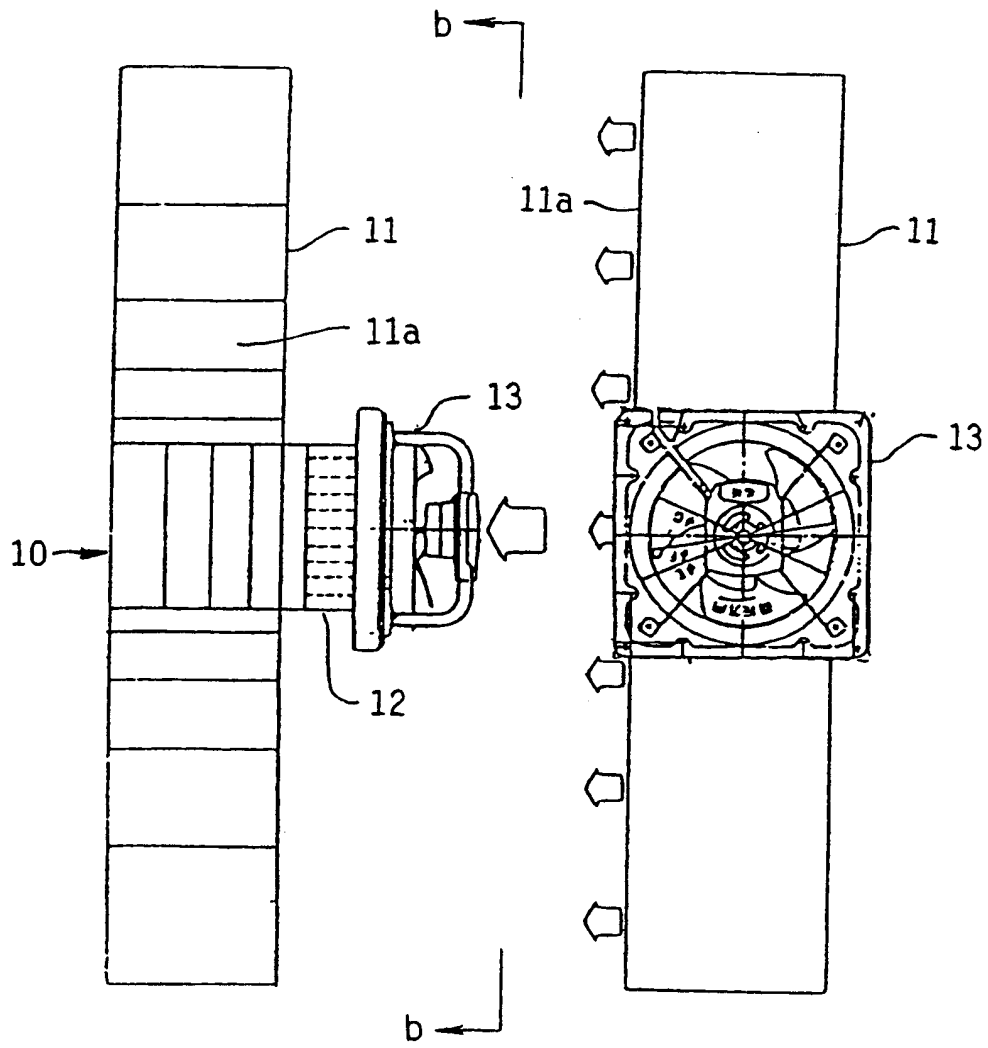


图 10a

图 10b

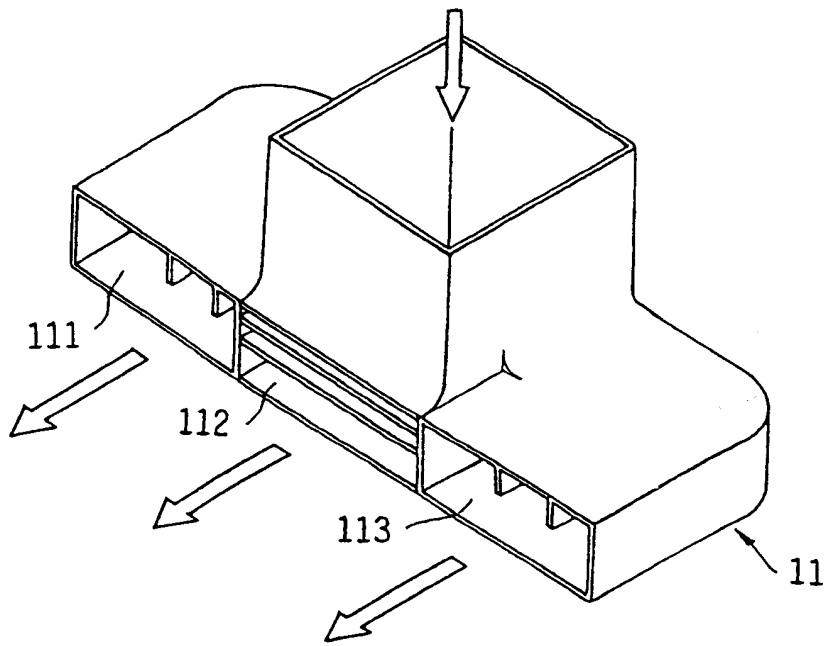


图 11a

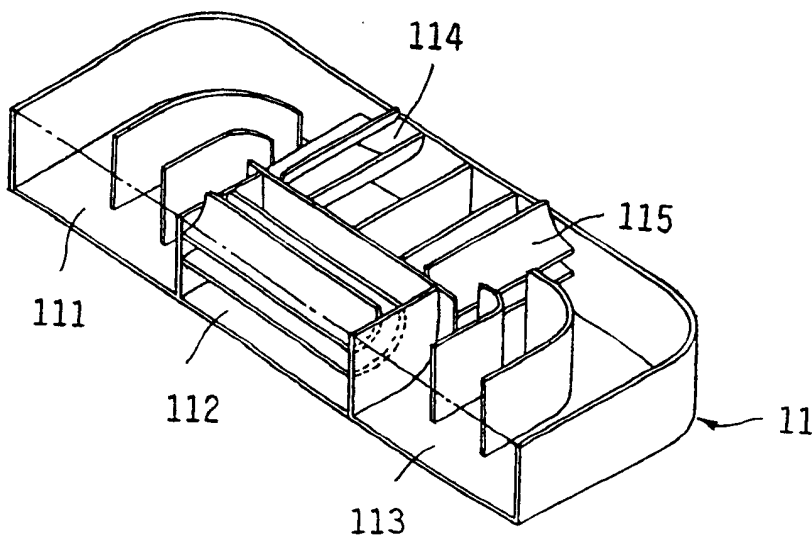


图 11b